

5

Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine

Stand der Technik

10

Die Erfindung geht aus von einer Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine nach der Gattung des Anspruchs 1.

15

Eine solche Kraftstoffeinspritzeinrichtung ist durch die DE 101 32 732 A bekannt. Diese Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine jeweils eine Kraftstoffhochdruckpumpe und ein mit dieser verbundenes Kraftstoffeinspritzventil auf. Die Kraftstoffhochdruckpumpe weist einen in einer Hubbewegung angetriebenen Pumpenkolben auf, der einen Pumpenarbeitsraum begrenzt. Der Pumpenarbeitsraum ist über eine durch ein erstes elektrisch betätigtes Steuerventil gesteuerte Verbindung mit einem Niederdruckbereich verbindbar. Das Kraftstoffeinspritzventil weist ein Einspritzventilglied auf, durch das wenigstens eine Einspritzöffnung gesteuert wird und das durch den in einem mit dem Pumpenarbeitsraum verbundenen Druckraum herrschenden Druck in einer Öffnungsrichtung beaufschlagt ist. Eine Öffnungs- und Schliessbewegung des Einspritzventilglieds wird durch ein elektrisches

20

25

30

35

Steuerelement gesteuert. Das Kraftstoffeinspritzventil weist hierbei einen Steuerdruckraum auf, der mit dem Pumpenarbeitsraum verbindbar ist und der über eine durch das als zweites elektrisch betätigtes Steuerventil ausgebildete Steuerelement gesteuerte Verbindung mit einem Entlastungsbereich verbindbar ist. Es ist ausserdem ein Druckspeicher vorgesehen, in den Kraftstoff durch die Kraftstoffhochdruckpumpe gefördert wird und der mit dem Druckraum des Kraftstoffeinspritzventils verbunden ist. Aus

dem Druckspeicher kann Kraftstoff zu einer Einspritzung unabhängig von der Förderung durch die Kraftstoffhochdruckpumpe entnommen werden. Hierdurch ist insbesondere eine Nacheinspritzung von Kraftstoff unter
5 hohem Druck ermöglicht, die zu einem Zeitpunkt erfolgen kann, wenn durch die Kraftstoffhochdruckpumpe schon kein Kraftstoff mehr gefördert wird. Eine derartige Nacheinspritzung von Kraftstoff ist vorteilhaft, um die Schadstoffemissionen der Brennkraftmaschine, insbesondere
10 die Russemission, zu reduzieren. In der Verbindung des Pumpenarbeitsraums und des Druckraums mit dem Druckspeicher sind eine Drosselstelle und ein parallel zu dieser angeordnetes, zum Druckraum hin öffnendes Rückschlagventil angeordnet. Eine Befüllung des Druckspeichers mit Kraftstoff
15 erfolgt nur über die Drosselstelle, die ausreichend groß dimensioniert sein muss, um auch bei geringem von der Kraftstoffhochdruckpumpe erzeugtem Druck und bei geringer eingespritzter Kraftstoffmenge eine ausreichende Befüllung des Druckspeichers zu ermöglichen. Ausserdem muss nach der
20 Beendigung der Kraftstoffeinspritzung ein hoher Druck im Druckraum aufrechterhalten werden, um eine grosse Kraftstoffmenge in den Druckspeicher fördern zu können, wozu eine hohe Antriebsarbeit der Kraftstoffhochdruckpumpe erforderlich ist, was zu einem schlechten Wirkungsgrad der
25 Kraftstoffeinspritzeinrichtung führt. Um die hohen Druckdifferenzen zwischen dem Druckspeicher und dem entlasteten Druckraum und Pumpenarbeitsraum sicher abdichten zu können muss das Rückschlagventil aufwendig ausgebildet sein.

Vorteile der Erfindung

35 Die erfindungsgemäße Kraftstoffeinspritzeinrichtung mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 hat demgegenüber den Vorteil,

dass die Kopplungseinrichtung mit dem Kolben eine einfach aufgebaute Anbindung des Druckspeichers an den Druckraum und den Pumpenarbeitsraum ermöglicht und keinen Dichtsitz erfordert. Zur Kraftstoffeinspritzung unabhängig von der Förderung der Kraftstoffhochdruckpumpe führt der Kolben einen zum Druckraum hin gerichteten Förderhub aus.

In den abhängigen Ansprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzeinrichtung angegeben. Durch die Ausbildung gemäß Anspruch 2 oder 3 ist die Bypassverbindung auf einfache Weise gebildet. Bei der Ausbildung gemäß Anspruch 4 kann die Bypassverbindung mit kleinem Durchflussquerschnitt ausgebildet werden, da eine Befüllung des Druckspeichers zusätzlich durch den Hub des Kolbens der Kopplungseinrichtung erfolgt. Durch die Weiterbildung gemäß Anspruch 6 ist sichergestellt, dass der Kolben eine definierte Ausgangsstellung einnimmt, ausgehend von der der Kolben einen Hub zur Kraftstoffförderung in den Druckspeicher oder einen Förderhub zum Druckraum ausführt. Durch die Ausbildung gemäß Anspruch 7 ist ebenfalls sichergestellt, dass der Kolben eine definierte Ausgangsstellung einnimmt, ausgehend von der der Kolben einen Förderhub zum Druckraum ausführt, wobei eine Befüllung des Druckspeichers nur durch die Bypassverbindung erfolgt.

Zeichnung

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen Figur 1 eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine in schematischer Darstellung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel, Figur 2 die Kraftstoffeinspritzeinrichtung ausschnittsweise gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel und Figur 3 die

Kraftstoffeinspritzeinrichtung ausschnittsweise gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

5

10

15

20

25

30

35

In den Figuren 1 bis 3 ist eine Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine jeweils eine Kraftstoffhochdruckpumpe 10 und ein mit dieser verbundenes Kraftstoffeinspritzventil 12 auf. Die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 und das Kraftstoffeinspritzventil 12 können zu einer einzigen Baueinheit zusammengefasst sein und eine sogenannte Pumpe-Düse-Einheit bilden. Alternativ können die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 und das Kraftstoffeinspritzventil 12 auch getrennt voneinander angeordnet sein und über eine Leitung miteinander verbunden sein und eine sogenannte Pumpe-Leitung-Düse-Einheit bilden.

Die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 weist einen in einer Zylinderbohrung 16 eines Pumpenkörpers 14 dicht geführten Pumpenkolben 18 auf, der durch einen Nocken 20 einer Nockenwelle der Brennkraftmaschine gegen die Kraft einer Rückstellfeder 19 in einer Hubbewegung angetrieben wird. Der Pumpenkolben 18 begrenzt in der Zylinderbohrung 16 einen Pumpenarbeitsraum 22, in dem durch den Pumpenkolben 18 Kraftstoff unter Hochdruck verdichtet wird. Dem Pumpenarbeitsraum 22 wird über eine Verbindung 21 Kraftstoff aus einem Kraftstoffvorratsbehälter 24 zugeführt, beispielsweise mittels einer Förderpumpe 25. In der Verbindung 21 des Pumpenarbeitsraums 22 mit der Förderpumpe 25 ist ein erstes elektrisch betätigtes Steuerventil 60 angeordnet. Das Steuerventil 60 ist als 2/2-Wegeventil ausgebildet und wird durch eine elektronische Steuereinrichtung 62 angesteuert. Das Steuerventil 60 weist

einen Aktor 61 auf, der ein Elektromagnet oder ein piezoelektrischer Aktor sein kann.

Das Kraftstoffeinspritzventil 12 weist einen Ventilkörper 26 auf, der mehrteilig ausgebildet sein kann, und in dem ein kolbenförmiges Einspritzventilglied 28 in einer Bohrung 30 längsverschiebbar geführt ist. Der Ventilkörper 26 weist an seinem dem Brennraum des Zylinders der Brennkraftmaschine zugewandten Endbereich wenigstens eine, vorzugsweise mehrere Einspritzöffnungen 32 auf. Das Einspritzventilglied 28 weist an seinem dem Brennraum zugewandten Endbereich eine beispielsweise etwa kegelförmige Dichtfläche 34 auf, die mit einem im Ventilkörper 26 ausgebildeten Ventilsitz 36 zusammenwirkt, von dem oder nach dem die Einspritzöffnungen 32 abführen. Im Ventilkörper 26 ist zwischen dem Einspritzventilglied 28 und der Bohrung 30 zum Ventilsitz 36 hin ein Ringraum 38 vorhanden, der durch eine radiale Erweiterung der Bohrung 30 in einen das Einspritzventilglied 28 umgebenden Druckraum 40 übergeht. Das Einspritzventilglied 28 weist im Bereich des Druckraums 40 eine Druckschulter 42 auf. Am dem Brennraum abgewandten Ende des Einspritzventilglieds 28 greift eine vorgespannte Schließfeder 44 an, durch die das Einspritzventilglied 28 zum Ventilsitz 36 hin gedrückt wird. Die Schließfeder 44 ist in einem Federraum 46 des Ventilkörpers 26 angeordnet, der sich an die Bohrung 30 anschließt. Der Federraum 46 ist mit einem Entlastungsbereich verbunden, der beispielsweise ein Rücklauf zum Kraftstoffvorratsbehälter 24 sein kann. An den Federraum 46 kann sich an dessen der Bohrung 30 abgewandtem Ende im Ventilkörper 26 eine weitere Bohrung 48 anschließen, in der ein Steuerkolben 50 dicht geführt ist, der mit dem Einspritzventilglied 28 verbunden ist. Der Steuerkolben 50 begrenzt mit seiner dem Federraum 46 abgewandten Stirnfläche einen Steuerdruckraum 52 im Ventilkörper 26.

Eine vom Pumpenarbeitsraum 22 herführende Verbindung 13 mündet im Ventilkörper 26 in den Druckraum 40. In der Verbindung 13, die zwischen dem Pumpenarbeitsraum 22 und dem ersten Steuerventil 60 abführt, ist ein zum Druckraum 40 hin
5 öffnendes Rückschlagventil 53 angeordnet. Das Rückschlagventil 53 ermöglicht eine Kraftstoffförderung von der Kraftstoffhochdruckpumpe 10 in den Druckraum 40, verhindert jedoch bei geöffnetem erstem Steuerventil 60 eine Rückströmung von Kraftstoff aus dem Druckraum 40 in den
10 Pumpenarbeitsraum 22 oder zur Förderpumpe 25. Von der Verbindung 13 führt stromaufwärts vor dem Druckraum 40 eine Verbindung 54 in den Steuerdruckraum 52 ab, wobei in der Verbindung 54 eine Drosselstelle 55 angeordnet ist. Vom Steuerdruckraum 52 führt ausserdem eine Verbindung 57 zu
15 einem Entlastungsbereich, beispielsweise einem Rücklauf zum Kraftstoffvorratsbehälter 24 ab, in der eine Drosselstelle 58 angeordnet ist. In der Verbindung 57 ist ein zweites elektrisch betätigtes Steuerventil 64 angeordnet, das als 2/2-Wegeventil ausgebildet ist und durch die
20 Steuereinrichtung 62 angesteuert wird. Das zweite Steuerventil 64 weist einen Aktor 65 auf, der ein Elektromagnet oder ein piezoelektrischer Aktor sein kann. Durch den im Steuerdruckraum 52 herrschenden Druck wird das Einspritzventilglied 28 zusätzlich zur Schließfeder 44 in
25 Schließrichtung beaufschlagt. Der im Steuerdruckraum 52 herrschende Druck wird durch das zweite Steuerventil 64 gesteuert, indem dieses die Verbindung 57 zum Entlastungsbereich öffnet bzw. schließt. Das zweite Steuerventil 64 bildet somit ein elektrisches Steuerelement,
30 durch das die Öffnungs- und Schliessbewegung des Einspritzventilglieds 28 gesteuert wird. Bei geschlossenem zweitem Steuerventil 64 bleibt das Einspritzventilglied 28 in seiner Schliessstellung bzw. wird in seine Schliessstellung bewegt infolge des hohen Drucks im
35 Steuerdruckraum 52. Bei geöffnetem zweitem Steuerventil 64 kann sich das Einspritzventilglied 28 infolge des geringen

Drucks im Steuerdruckraum 52 in seine Öffnungsstellung bewegen, wenn der Druck im Druckraum 40 ausreichend hoch ist. Anstelle der Steuerung der Öffnungs- und Schliessbewegung des Einspritzventilglieds 28 mittels des zweiten Steuerventils 64 kann dies auch beispielsweise durch einen Piezoaktor erfolgen, der direkt oder indirekt auf das Einspritzventilglied 28 in dessen Schliessrichtung wirkt. Der Steuerdruckraum 52 sowie das zweite Steuerventil 64 können dann entfallen.

Von der Verbindung 13 zwischen dem Pumpenarbeitsraum 22 und dem Druckraum 40 sowie dem Steuerdruckraum 52 führt stromabwärts nach dem Rückschlagventil 53 eine Verbindung 66 zu einem Druckspeicher 68 ab. In der Verbindung 66 ist eine Kopplungseinrichtung 70 angeordnet, die in Figur 1 gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel dargestellt ist. Die Kopplungseinrichtung 70 weist einen in einer Zylinderbohrung 72 verschiebbar geführten Kolben 74 auf. Die Kopplungseinrichtung 70 weist eine Bypassverbindung zwischen den beiden Stirnseiten des Kolbens 74 auf, die beispielsweise als ein durch den Kolben 74 verlaufender Kanal 76 ausgebildet sein kann. Im Kanal 76 ist eine Drosselstelle 77 angeordnet. Die Bypassverbindung kann alternativ auch wie bei einem nachfolgend beschriebenen zweiten Ausführungsbeispiel durch einen zwischen dem Außenmantel des Kolbens 174 und der Zylinderbohrung 172 vorhandenen Ringspalt 176 mit kleinem Querschnitt gebildet sein. Der Kolben 74 ist auf seiner dem Druckspeicher 68 zugewandten Stirnseite von dem im Druckspeicher 68 herrschenden Druck beaufschlagt und auf seiner dem Druckspeicher 68 abgewandten Stirnseite von dem in der Verbindung 13 herrschenden Druck beaufschlagt. Der Kolben 74 ist in der Zylinderbohrung 72 zwischen einer zum Druckspeicher 68 gerichteten Endstellung und einer vom Druckspeicher 68 weg zur Verbindung 13 gerichteten Endstellung verschiebbar. Es ist vorzugsweise ein

gemeinsamer Druckspeicher 68 für alle Zylinder der Brennkraftmaschine vorgesehen. Der Druckspeicher 68 kann beispielsweise als separates Bauteil rohrförmig oder kugelförmig ausgebildet sein. Alternativ kann der Druckspeicher auch durch internes Volumen der Kraftstoffeinspritzeinrichtung oder durch das Volumen in Verbindungsleitungen der Kraftstoffeinspritzeinrichtung gebildet sein. Am Druckspeicher 68 kann eine Druckbegrenzungseinrichtung 69 vorgesehen sein, durch die der im Druckspeicher 68 herrschende Druck auf einen vorgegebenen Wert begrenzt wird. Die Druckbegrenzungseinrichtung 69 kann als Druckbegrenzungsventil ausgebildet sein, das den Druck im Druckspeicher 68 auf einen konstanten Wert begrenzt. Alternativ kann die Druckbegrenzungseinrichtung 69 auch als Steuerventil ausgebildet sein, durch das der im Druckspeicher 68 herrschende Druck variabel begrenzt werden kann, beispielsweise abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine und das durch die Steuereinrichtung 62 angesteuert wird.

Nachfolgend wird die Funktion der Kraftstoffeinspritzeinrichtung erläutert. Bei einem Saughub des Pumpenkolbens 18 ist das erste Steuerventil 60 geöffnet, so dass durch die Förderpumpe 25 Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 24 über die Verbindung 21 in den Pumpenarbeitsraum 22 gefördert wird. Das Rückschlagventil 53 ist dabei geschlossen, da der von der Förderpumpe 25 erzeugte Druck geringer ist als der in der Verbindung 13 stromabwärts nach dem Rückschlagventil 53 im Druckraum 40 und im Steuerdruckraum 52 herrschende Druck. Beim Förderhub des Pumpenkolbens 18 wird das erste Steuerventil 60 geschlossen, so dass sich im Pumpenarbeitsraum 22 Hochdruck aufbaut. Wenn der Druck im Pumpenarbeitsraum 22 höher ist als der im Druckraum 40 und im Steuerdruckraum 52 herrschende Druck, so öffnet das Rückschlagventil 53 und

Kraftstoff gelangt zum Kraftstoffeinspritzventil 12. Wenn das zweite Steuerventil 64 geschlossen ist, so herrscht im Steuerdruckraum 52 zumindest annähernd derselbe Druck wie im Druckraum 40 und das Einspritzventilglied 28 wird in seiner Schließstellung gehalten, in der es mit seiner Dichtfläche 34 am Ventilsitz 36 anliegt und die wenigstens eine Einspritzöffnung 32 verschließt, so dass keine Kraftstoffeinspritzung erfolgen kann. Zu einem von der Steuereinrichtung 62 abhängig von Betriebsparametern der Brennkraftmaschine bestimmten Zeitpunkt wird durch diese das zweite Steuerventil 64 geöffnet, so dass der Steuerdruckraum 52 mit dem Entlastungsbereich verbunden ist und der Druck im Steuerdruckraum 52 sinkt. Durch die Entlastung des Steuerdruckraums 52 wird die in Schließrichtung auf das Einspritzventilglied 28 wirkende Kraft verringert, so dass dieses durch den im Druckraum 40 herrschenden Druck in Öffnungsrichtung 29 bewegt wird und die wenigstens eine Einspritzöffnung 32 freigibt, durch die Kraftstoff eingespritzt wird. Es kann vorgesehen sein, dass zunächst nur eine geringe Kraftstoffmenge bei einer Voreinspritzung eingespritzt wird, wobei dann das zweite Steuerventil 64 durch die Steuereinrichtung 62 nach kurzer Zeit wieder geschlossen wird, so dass der Druck im Steuerdruckraum 52 steigt und das Einspritzventilglied 28 in seine Schließstellung bewegt wird. Es können auch mehrere aufeinander folgende Voreinspritzungen vorgesehen sein.

Zu einer Haupteinspritzung einer grossen Kraftstoffmenge wird das zweite Steuerventil 64 durch die Steuereinrichtung 62 wieder geöffnet für eine Zeitdauer entsprechend der einzuspritzenden Kraftstoffmenge. Zur Beendigung der Haupteinspritzung wird das zweite Steuerventil 64 durch die Steuereinrichtung 62 geschlossen und das erste Steuerventil 60 wird geöffnet. Der Pumpenarbeitsraum 22 wird dabei durch die geöffnete Verbindung 21 zur Förderpumpe 25 entlastet, so dass keine weitere Kraftstoffförderung durch die

Kraftstoffhochdruckpumpe 10 erfolgt. Durch den Druckabfall im Pumpenarbeitsraum 22 schließt das Rückschlagventil 53 in der Verbindung 13. Das zweite Steuerventil 64 wird durch die Steuereinrichtung 62 geschlossen.

5

Bei der Kraftstoffförderung durch die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 über die Verbindung 13 zum Druckraum 40 wird auch Kraftstoff über die Verbindung 66 zur Kopplungseinrichtung 70 und in den Druckspeicher 68
10 gefördert. Der Kolben 74 der Kopplungseinrichtung 70 befindet sich zu Beginn der Kraftstoffförderung der Kraftstoffhochdruckpumpe 10 in seiner vom Druckspeicher 68 weggerichteten Endstellung, in der der Kolben 74 in Figur 1 gestrichelt dargestellt ist. Bei der Kraftstoffförderung
15 durch die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 wird der Kolben 74 in seine zum Druckspeicher 68 gerichtete Endstellung verschoben, in der der Kolben 74 in Figur 1 mit durchgezogenen Linien dargestellt ist, und führt dabei einen Förderhub aus, indem der vom Kolben 74 aus der
20 Zylinderbohrung 72 verdrängte Kraftstoff in den Druckspeicher 68 gefördert wird. Zusätzlich wird auch Kraftstoff durch den Kanal 76 im Kolben 74 in den Druckspeicher 68 gefördert, wobei der Durchfluss durch den Kanal 76 durch die Drosselstelle 77 begrenzt ist. Nach
25 Beendigung der Haupteinspritzung wird im Druckraum 40, im Steuerdruckraum 52 und in der Verbindung 13 stromabwärts nach dem Rückschlagventil 53 ein erhöhter Druck aufrechterhalten, der ebenfalls durch den Kanal 76 im Kolben 74 zu einer Befüllung des Druckspeichers 68 führt.

30

Zu einer oder mehreren Nacheinspritzungen wird das zweite Steuerventil 64 durch die Steuereinrichtung 62 geöffnet, so dass der Steuerdruckraum 52 entlastet ist. Aus dem Druckspeicher 68 strömt dann unter dem im Druckspeicher 68
35 herrschenden Druck stehender Kraftstoff in den Druckraum 40 und ermöglicht eine Öffnung des Einspritzventilglieds 28 und

damit eine Kraftstoffeinspritzung. Zusätzlich führt auch der Kolben 74 der Kopplungseinrichtung 70 einen vom Druckspeicher 68 weggerichteten Förderhub aus und verdrängt Kraftstoff aus der Zylinderbohrung 72 in den Druckraum 40.

5 Der Druckspeicher 68 und die Kopplungseinrichtung 70 ermöglichen somit eine Kraftstoffeinspritzung, insbesondere eine Nacheinspritzung, unabhängig von der Kraftstoffförderung durch die Kraftstoffhochdruckpumpe 10. Eine Nacheinspritzung ist vorteilhaft, um die Schadstoffemission, insbesondere die
10 Russemission der Brennkraftmaschine zu reduzieren und ermöglicht eine Regeneration von Abgasnachbehandlungseinrichtungen wie Partikelfilter oder Katalysator. Ein Einspritzzyklus umfasst wenigstens eine Voreinspritzung, eine Haupteinspritzung und wenigstens eine
15 Nacheinspritzung.

Zu Beginn des nächsten Einspritzzyklus befindet sich der Kolben 74 der Kopplungseinrichtung 70 dann wie vorstehend angegeben in einer vom Druckspeicher 68 weggerichteten
20 Stellung und bewegt sich bei der Kraftstoffförderung durch die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 in seine zum Druckspeicher 68 gerichtete Endstellung.

In Figur 2 ist die Kraftstoffeinspritzeinrichtung
25 ausschnittsweise gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem der grundsätzliche Aufbau gleich wie beim ersten Ausführungsbeispiel ist und lediglich die Kopplungseinrichtung 170 modifiziert ist. Die
Kopplungseinrichtung 170 weist die Zylinderbohrung 172 auf,
30 in der der Kolben 174 verschiebbar geführt ist. Die Bypassverbindung ist durch einen zwischen dem Außenmantel des Kolbens 174 und der Zylinderbohrung 172 vorhandenen Ringspalt 176 mit kleinem Querschnitt gebildet, der auch
eine Drosselstelle bildet. Die Bypassverbindung kann jedoch
35 beim zweiten Ausführungsbeispiel auch gleich wie beim ersten Ausführungsbeispiel als durch den Kolben 174 verlaufender

Kanal mit einer Drosselstelle ausgebildet sein. Am Kolben 174 greift beiderseits jeweils ein Federelement 178 bzw. 180 an, das als Schraubendruckfeder ausgebildet ist. Durch die auf der zum Druckspeicher 68 gerichteten Stirnseite des

5 Kolbens 174 angreifende Feder 178 wird der Kolben 174 vom Druckspeicher 68 weg beaufschlagt und durch die auf der dem Druckspeicher 68 abgewandten Stirnseite des Kolbens 174 angreifende Feder 180 wird der Kolben 174 zum Druckspeicher 68 hin beaufschlagt. Durch die beiden Federn 178,180 wird

10 der Kolben 174 zwischen zwei aufeinander folgenden Einspritzzyklen in einer in Figur 2 mit durchgezogenen Linien dargestellten Mittelstellung zwischen seinen beiden Endstellungen gehalten. Bei der Kraftstoffförderung in den Druckspeicher 68 während eines Einspritzzyklus wird der

15 Kolben 174 ausgehend von seiner Mittelstellung in seine zum Druckspeicher 68 hin gerichtete Endstellung verschoben. In dieser Endstellung bleibt der Kolben 174, bis eine Kraftstoffentnahme aus dem Druckspeicher 68 zu einer Nacheinspritzung von Kraftstoff erfolgt, bei der der Kolben

20 174 über seine Mittelstellung hinaus bis in seine vom Druckspeicher 68 weggerichtete Endstellung verschoben wird. Nach Beendigung der Nacheinspritzung und somit nach einem Einspritzzyklus wird der Kolben 174 durch die Federn 178,180 bewirkt wieder in seine Mittelstellung bewegt. Beim Beginn

25 der Kraftstoffförderung durch die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 beim nächsten Einspritzzyklus befindet sich der Kolben 174 somit immer in seiner definierten Mittelstellung als Ausgangsstellung. Die weitere Funktion der Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß dem zweiten

30 Ausführungsbeispiel ist gleich wie beim ersten Ausführungsbeispiel.

In Figur 3 ist die Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel dargestellt, bei dem

35 gegenüber dem ersten Ausführungsbeispiel ebenfalls lediglich die Kopplungseinrichtung 270 modifiziert ist. Die

Kopplungseinrichtung 270 weist die Zylinderbohrung 272 auf, in der der Kolben 274 verschiebbar geführt ist. Der Kolben 274 weist den Bypasskanal 276 mit der Drosselstelle 277 auf. Alternativ kann die Bypassverbindung auch wie beim zweiten Ausführungsbeispiel durch einen Ringspalt zwischen Kolben 274 und Zylinderbohrung 272 gebildet sein. Am Kolben 270 greift an dessen dem Druckspeicher 68 abgewandter Stirnseite ein Federelement 280 in Form einer Schraubendruckfeder an, durch die der Kolben 274 zu seiner zum Druckspeicher 68 gerichteten Endstellung hin beaufschlagt wird. Durch die Feder 280 wird der Kolben 274 zwischen zwei aufeinander folgenden Einspritzzyklen in seiner in Figur 3 mit durchgezogenen Linien dargestellten, zum Druckspeicher 68 gerichteten Endstellung gehalten. Eine Kraftstoffförderung in den Druckspeicher 68 während eines Einspritzzyklus erfolgt nur durch den Kanal 276, wobei die Drosselstelle 277 ausreichend groß dimensioniert sein muss, um eine ausreichende Befüllung des Druckspeichers 68 zu ermöglichen. In dieser Endstellung bleibt der Kolben 274, bis eine Kraftstoffentnahme aus dem Druckspeicher 68 zu einer Nacheinspritzung von Kraftstoff erfolgt, bei der der Kolben 274 in seine vom Druckspeicher 68 weggerichtete Endstellung verschoben wird. Nach Beendigung der Nacheinspritzung und somit nach einem Einspritzzyklus wird der Kolben 274 durch die Feder 280 bewirkt wieder in seine zum Druckspeicher 68 gerichtete Endstellung bewegt. Beim Beginn der Kraftstoffförderung durch die Kraftstoffhochdruckpumpe 10 beim nächsten Einspritzzyklus befindet sich der Kolben 274 somit immer in seiner definierten, zum Druckspeicher 68 gerichteten Endstellung als Ausgangsstellung. Die weitere Funktion der Kraftstoffeinspritzeinrichtung gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel ist gleich wie beim ersten Ausführungsbeispiel.

5

Ansprüche

1. Kraftstoffeinspritzeinrichtung für eine
Brennkraftmaschine mit jeweils einer
10 Kraftstoffhochdruckpumpe (10) und einem mit dieser
verbundenen Kraftstoffeinspritzventil (12) für jeden
Zylinder der Brennkraftmaschine, wobei die
Kraftstoffhochdruckpumpe (10) einen in einer Hubbewegung
angetriebenen Pumpenkolben (18) aufweist, der einen
15 Pumpenarbeitsraum (22) begrenzt, welcher über eine durch ein
elektrisch betätigtes Steuerventil (60) gesteuerte
Verbindung (21) mit einem Niederdruckbereich (25) verbindbar
ist, wobei das Kraftstoffeinspritzventil (12) ein
Einspritzventilglied (28) aufweist, durch das wenigstens
20 eine Einspritzöffnung (32) gesteuert wird und das durch den
in einem mit dem Pumpenarbeitsraum (22) verbindbaren
Druckraum (40) herrschenden Druck in einer Öffnungsrichtung
(29) beaufschlagt ist, wobei eine Öffnungs- und
Schließbewegung des Einspritzventilglieds (28) durch ein
25 elektrisches Steuerelement (64) gesteuert wird, wobei
ausserdem ein Druckspeicher (68) vorgesehen ist, der über
eine Verbindung (66) mit dem Pumpenarbeitsraum (22)
verbunden ist, über die beim Förderhub des Pumpenkolbens
(18) Kraftstoff in den Druckspeicher (68) gefördert wird und
30 der über die Verbindung (66) ausserdem mit dem Druckraum
(40) des Kraftstoffeinspritzventils (12) verbunden ist, über
die dem Druckraum (40) Kraftstoff aus dem Druckspeicher (68)
zu einer vom Förderhub des Pumpenkolbens (18) unabhängigen
Kraftstoffeinspritzung durch das Kraftstoffeinspritzventil
35 (12) zuführbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass in der
Verbindung (66) des Druckspeichers (68) mit dem

Pumpenarbeitsraum (22) und dem Druckraum (40) eine
Kopplungseinrichtung (70;170;270) angeordnet ist, die einen
verschiebbar geführten Kolben (74;174;274) aufweist, der
einerseits von dem im Druckspeicher (68) herrschenden Druck
und andererseits von dem in der Verbindung (66) herrschenden
Druck beaufschlagt ist, dass der Kolben (74;174;274) zur
Kraftstoffeinspritzung einen zum Druckraum (40) gerichteten
Förderhub ausführt und dass eine Bypassverbindung
(76,77;176;276,277) in der Kopplungseinrichtung (70;170;270)
vorhanden ist, die die Verbindung (66) mit dem Druckspeicher
(68) verbindet.

2. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, dass die Bypassverbindung von einem durch
den Kolben (74;174;274) verlaufenden Kanal (76;176;276)
gebildet ist, in dem eine Drosselstelle (77;177;277)
angeordnet ist.

3. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, dass die Bypassverbindung von einem zwischen
dem Aussenmantel des Kolbens (174) und einer Zylinderbohrung
(172), in der der Kolben (174) geführt ist, ausgebildeten
Kanal (176) gebildet ist.

4. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1
bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (74;174) zur
Befüllung des Druckspeichers (68) einen zum Druckspeicher
(68) gerichteten Hub ausführt.

5. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch
gekennzeichnet, dass der Kolben (74;174;274) zwischen einer
zum Druckspeicher (68) gerichteten definierten Endstellung
und einer zur Verbindung (66) gerichteten definierten
Endstellung bewegbar ist.

6. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (174;274) durch wenigstens ein Federelement (178,180;280) zu wenigstens einer Endstellung hin beaufschlagt ist.

5

6. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (174) durch jeweils ein Federelement (178,180) zu jeder Endstellung hin beaufschlagt ist und dass der Kolben (174) durch die Federelemente (178,180) zwischen zwei aufeinanderfolgenden Einspritzzyklen in einer definierten Zwischenstellung zwischen den beiden Endstellungen gehalten wird.

10

7. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben (274) durch ein Federelement (280) zwischen zwei aufeinanderfolgenden Einspritzzyklen in seiner zum Druckspeicher (68) gerichteten Endstellung gehalten wird.

15

8. Kraftstoffeinspritzeinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Druckbegrenzungseinrichtung (69) vorgesehen ist, durch die der Druck im Druckspeicher (69) auf einen vorgegebenen Wert begrenzt wird.

20

25

5

Zusammenfassung

Die Kraftstoffeinspritzeinrichtung weist jeweils eine Kraftstoffhochdruckpumpe (10) und ein mit dieser verbundenes Kraftstoffeinspritzventil (12) für jeden Zylinder der Brennkraftmaschine auf. Durch ein erstes elektrisch betätigtes Steuerventil (60) wird eine Verbindung (21) des Pumpenarbeitsraums (22) mit einem Niederdruckbereich (25) gesteuert und durch ein zweites elektrisch betätigtes Steuerventil (62) wird eine Verbindung (57) eines Steuerdruckraums (52) des Kraftstoffeinspritzventils (12) mit einem Entlastungsbereich gesteuert. Ausserdem ist ein Druckspeicher (68) vorgesehen, der durch die Kraftstoffhochdruckpumpe (10) befüllt wird und aus dem Kraftstoff zu einer von der Förderung der Kraftstoffhochdruckpumpe (10) unabhängigen Kraftstoffeinspritzung durch das Kraftstoffeinspritzventil (12) entnehmbar ist. In der Verbindung (66) des Druckspeichers (68) mit der Kraftstoffhochdruckpumpe (10) und dem Kraftstoffeinspritzventil (12) ist eine Kopplungseinrichtung (70) angeordnet, die einen verschiebbar geführten Kolben (74) aufweist, der einerseits von dem im Druckspeicher (68) herrschenden Druck und andererseits von dem in der Verbindung (66) herrschenden Druck beaufschlagt ist, dass der Kolben (74) zur Kraftstoffeinspritzung einen zum Druckraum (40) gerichteten Förderhub ausführt und dass eine Bypassverbindung (76,77) in der Kopplungseinrichtung (70) vorhanden ist, die die Verbindung (66) mit dem Druckspeicher (68) verbindet.

[illegible]

Fig. 2



